

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект багаторівневого паркінгу

Виконав: студент IV курсу, групи МБз-41
спеціальності _____

192 “Будівництво та цивільна інженерія”

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис) Наконечний В. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис) Швед Я. Л.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис) Мещерякова О. М.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис) Ясній В.П.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис) Качка О. І.
(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Наконечному Віталію Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект багаторівневого паркінгу

Керівник роботи Швед Ярослав Леонідович, доктор філософії, старший викладач кафедри БМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «08» квітня 2026 року № 4/9-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

Об'єкт проектування - багаторівневий паркінг у м. Харків на 435 машиномісць; чотири поверхи й експлуатована покрівля; основний блок та дві криволінійні одноколійні рампи; одностороння схема руху.

Вихідні умови - площа ділянки 15402 м²; монолітний залізобетонний каркас і стовпчасті фундаменти на природній основі; постійні, тимчасові, снігові та сейсмічні навантаження; розрахунок у ПК LIRA 9.4.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Розробити генеральний план, функціональне зонування та транспортну схему багаторівневого паркінгу.

Обґрунтувати об'ємно-планувальні й конструктивні рішення основного блоку, експлуатованої покрівлі та рампи.

Сформуувати просторову розрахункову модель у ПК LIRA 9.4, визначити навантаження та виконати статичний і сейсмічний розрахунки.

Проаналізувати переміщення, зусилля і напруження та виконати підбір армування елементів монолітного каркаса.

Оцінити інженерно-геологічні умови, розрахувати й сконструювати стовпчасті фундаменти на природній основі.

Розробити інженерне забезпечення, заходи з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення графічної частини - не менше 6 аркушів формату А1 (594 x 841 мм).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Гурик О.Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О.Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Мещерякова О.М., старший викладач кафедри БМ		

7. Дата видачі завдання 08.04.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Наконечный В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Швед Я.Л.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА.....	9
1.1 Характеристики району та майданчика будівництва	9
1.2 Рішення генерального плану.....	10
1.3 Опис функціонального процесу та коротка характеристика об'єкта.....	11
1.4 Об'ємно-планувальні рішення	11
1.5 Конструктивні рішення	13
1.5.1 Конструктивні рішення блоку автостоянки	13
1.5.2 Конструктивні рішення рамп.....	14
1.6 Оздоблення	15
1.7 Рішення щодо водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та інженерного обладнання.....	16
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.....	17
2.1 Короткий опис основних будівельних конструкцій.....	17
2.2 Розрахунок будівлі	17
2.3 Розрахунок фундаменту	22
2.3.2 Результати розрахунку	23
2.3.3 Результати проектування фундаментів.....	23
2.3.4 Результати проектування конструктивних елементів.....	24
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	42
3.1 Ущільнення ґрунтів у порожнинах фундаментів під колони	42
3.2 Улаштування фундаментів.....	47
3.3 Оцінка інженерно-геологічних умов.....	47
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	50
4.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві	50
4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт і робочих місць	50
4.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику.....	52

4.4 Забезпечення безпеки праці під час експлуатації електрообладнання, електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних роботах	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
БІБЛІОГРАФІЯ	58

ВСТУП

Кваліфікаційна робота присвячена проєктуванню багаторівневої автостоянки з експлуатованою покрівлею в м. Харків. Об'єкт розглядається як інженерна споруда транспортного призначення, основне завдання якої полягає в організації постійного та тимчасового зберігання легкових автомобілів у межах щільної міської забудови.

Актуальність теми зумовлена потребою раціонального використання міської території та створення достатньої кількості паркувальних місць для мешканців прилеглих мікрорайонів. У щільно забудованих районах розміщення відкритих автостоянок має обмежену ефективність, оскільки потребує значних площ. Багаторівнева автостоянка дозволяє збільшити місткість паркування без пропорційного розширення земельної ділянки, забезпечити впорядкований рух транспорту, зменшити хаотичне паркування біля житлових будинків і підвищити зручність експлуатації прибудинкової території.

Об'єктом проєктування є багаторівнева автостоянка для тимчасового та постійного зберігання автомобілів. До складу комплексу входять основна будівля автостоянки, криволінійні рампи для міжповерхового руху автомобілів, станція технічного обслуговування, пішохідні тротуари, внутрішньомайданчикові проїзди, відкрита автостоянка перед будівлею, інженерні мережі та елементи благоустрою.

Проектована будівля має прямокутну форму в плані з півколами з боків. Автостоянка запроєктована чотириповерховою з використанням експлуатованої покрівлі як додаткового рівня для розміщення автомобілів. Загальна місткість становить 435 машиномісць. Перші два поверхи передбачені для боксового зберігання автомобілів, решта поверхів і покрівля — для тимчасового зберігання. Дорожній рух у будівлі організовано за односторонньою схемою, а міжповерхове переміщення автомобілів здійснюється двома криволінійними одноколійними рампами.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення архітектурно-будівельних, конструктивних і фундаментних рішень багаторівневої автостоянки з урахуванням функціонального призначення споруди, умов будівельного майданчика, навантажень від автомобілів, снігу, власної ваги конструкцій, сейсмічних впливів, а також вимог безпечної експлуатації.

Для досягнення поставленої мети у роботі виконано такі **завдання**:

1. Охарактеризовано район і майданчик будівництва, наведено природно-кліматичні умови м. Харків, зокрема температурний режим, вітрове навантаження, вагу снігового покриву та нормативну глибину промерзання.

2. Розроблено рішення генерального плану з урахуванням розташування автостоянки в щільній міській забудові, організації під'їздів, проїздів, відкритої парковки, тротуарів, інженерних мереж і благоустрою території.

3. Описано функціональний процес автостоянки, зокрема поділ машиномісць на зони постійного боксового та тимчасового відкритого зберігання, організацію в'їздів, виїздів і руху автомобілів між поверхами.

4. Обґрунтовано об'ємно-планувальні рішення будівлі, її габарити, поверховість, поділ деформаційним швом на два незалежні блоки, сітку колон, розстановку автомобілів, розміщення сходово-ліфтових вузлів, адміністративно-побутових і допоміжних приміщень.

5. Прийнято конструктивну схему основного блоку автостоянки у вигляді монолітного залізобетонного каркаса з монолітними плитами перекриття та покриття. Для рамп також прийнято монолітний залізобетонний каркас із ядром жорсткості.

6. Описано конструктивні рішення рамп, зокрема монолітні перекриття, криволінійну проїжджу частину, внутрішнє ядро, сходові клітки, огорожувальні конструкції, водовідведення та покрівельні рішення.

7. Розглянуто рішення щодо зовнішнього й внутрішнього оздоблення: штукатурення та фарбування фасадів, стрічкове скління перших поверхів, фарбування внутрішніх поверхонь водостійкими матеріалами, облицювання

санвузлів керамічною плиткою та влаштування підвісних стель у адміністративно-побутових приміщеннях.

8. Охарактеризовано інженерне обладнання будівлі: водопостачання, каналізацію, опалення адміністративно-побутових приміщень, вентиляцію, електропостачання, слабкоструміві мережі, пожежну та охоронну сигналізацію, а також пасажирські ліфти.

9. Виконано розрахунок будівлі у програмному комплексі LIRA 9.4 з використанням тривимірної просторової розрахункової моделі. У розрахунку враховано власну вагу конструкцій, навантаження від підлог і покрівлі, зовнішніх стін, автомобілів, снігу та сейсмічні впливи по осях X і Y.

10. Проаналізовано результати розрахунку просторової моделі: переміщення основного блоку та рампи, деформовану схему, ізополя переміщень, напруження в плитах перекриття, зусилля в елементах каркаса, форми власних коливань і результати підбору армування.

11. Виконано розрахунок стовпчастого фундаменту на природному ґрунті з урахуванням розрахункових навантажень, характеристик ґрунтової основи, сейсмічних впливів, розмірів підосви, армування та конструктивних параметрів фундаменту.

12. Розглянуто питання основ і фундаментів, зокрема ущільнення ґрунтів у порожнинах фундаментів під колони, улаштування фундаментів і оцінку інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

13. Опрацьовано заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці, зокрема вимоги до облаштування будівельного майданчика, пожежної безпеки, експлуатації електрообладнання, електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних робіт.

Вихідними даними для проектування є місце будівництва — м. Харків, прямокутна земельна ділянка в умовах щільної міської забудови, загальна площа ділянки 15402 м², розрахункові кліматичні характеристики району, функціональне призначення будівлі, місткість автостоянки 435 машиномісць, прийнята монолітна залізобетонна конструктивна система, наявність двох криволінійних

рамп, експлуатованої покрівлі, стовпчастих фундаментів і перспективи подальшого збільшення кількості паркомісць.

Методи виконання роботи включають аналіз функціональної схеми автостоянки, розроблення об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, збір постійних, тимчасових і сейсмічних навантажень, просторовий розрахунок будівлі в ПК LIRA, аналіз переміщень і напружень, підбір армування залізобетонних елементів, розрахунок фундаментів і оцінку заходів безпечного виконання будівельних робіт.

Практичне значення роботи полягає в розробленні комплексного проєктного рішення багаторівневої автостоянки, яке забезпечує ефективне використання земельної ділянки, необхідну місткість для зберігання автомобілів, зручну схему руху транспорту, надійну роботу монолітного залізобетонного каркаса, можливість експлуатації покрівлі як паркувального рівня та безпечні умови користування спорудою.

Ключові слова: АВТОСТОЯНКА, ЕКСПЛУАТОВАНА ПОКРІВЛЯ, МОНОЛІТНИЙ ЗАЛІЗОБЕТОННИЙ КАРКАС, ПАРКУВАЛЬНІ МІСЦЯ, ПК LIRA.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

У даному розділі роботи відображені основні природнокліматичні характеристики місця будівництва - м. Харків, представлена загальна характеристика, об'ємно-планувальні, конструктивні рішення, а також інші вимоги, що пред'являються до об'єкта.

1.1 Характеристики району та майданчика будівництва

Проектовану будівлю багаторівневої автостоянки передбачено побудувати в м. Харків. Відповідно район будівництва характеризується такими природно-кліматичними умовами:

- температура повітря з забезпеченістю 0,94: -23° С;
- абсолютна мінімальна температура повітря -27° С;
- температура повітря найхолоднішої п'ятиденки з забезпеченістю 0,98: -40° С;
- максимальна середня швидкість вітру в січні 4,8 м/с ;
- швидкісний напір вітру 0,38 кПа;
- вага снігового покриву 1,2 кПа;
- висота снігового покриву 25 см;
- нормативна глибина промерзання 0,9 м.

Таблиця 1.1 – Середньомісячна температура

місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	середньорічна температура
градус	-18,6	-16,4	-6,1	3,9	11,3	17,7	19,9	16,8	9,9	2,0	-7,6	-15,5	1,5

Кліматичний район: I.

1.2 Рішення генерального плану

Ділянка для проектування розташована в м. Харків, вона знаходиться в щільній міській забудові і з усіх боків межує з густонаселеними мікрорайонами. Ділянка, виділена під будівництво, має прямокутну форму розміром 117×132 м, загальною площею $15402,0$ м².

На даний момент перепад абсолютних відміток на ділянці проектування становить $2,87$ м. Ухил будівельного майданчика проектується $0,002$.

До комплексу споруд, що проектуються, входять: будівля багаторівневої автостоянки для тимчасового та постійного зберігання автомобілів мешканців сусідніх будинків; станція технічного обслуговування; пішохідні тротуари; проїзди та відкрита парковка на 154 машиномісця для тимчасової стоянки автомобілів перед будівлею; під'їзні шляхи до гаража-автостоянки з асфальтобетонним покриттям; мережі водопостачання, каналізації, електропостачання та зв'язку.

У проекті благоустрою передбачено озеленення території шляхом висадки дерев — вічнозеленої ялини. На території буде розбитий газон із багаторічних трав. Загальна площа озеленення становить $3339,0$ м².

Таблиця 1.2 -Техніко-економічні показники генерального плану

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	Площа ділянки	м ²	15402	
2	Площа забудови ділянки будівлями та спорудами	м ²	5236,56	
3	Площа озеленення	м ²	3396	
4	Площа твердих покриттів	м ²	6769,49	
5	Відсоток забудови	%	34	
6	Відсоток озеленення	%	22,05	

Генеральний план розміщення об'єкта виконано з дотриманням нормативних протипожежних норм.

1.3 Опис функціонального процесу та коротка характеристика об'єкта

Багаторівнева автостоянка призначена для постійного та тимчасового зберігання легкових транспортних засобів, що належать мешканцям прилеглих мікрорайонів. Для забезпечення можливості постійного зберігання автомобілів, два перших поверхи автостоянки спроектовані під бокс-тип зберігання. У цьому випадку кожне машиномісце закріплене за конкретним автовласником та ізольоване металевими огорожами. Решта поверхів, включаючи покрівлю, передбачені для тимчасового зберігання автомобілів, коли зберігання автотранспортного засобу має епізодичний характер і машиномісце не закріплене за конкретним автовласником.

1.4 Об'ємно-планувальні рішення

Проектована багаторівнева автостоянка в плані має прямокутну форму з півколами з боків, з розмірами в осях: 122: 109,9 м; А-Ж: 38,4 м.

Будівля 4-поверхова, поділяється посередині деформаційним швом на два незалежні блоки. Кожен блок утворений сіткою колон 6×6 м, у місцях зберігання автомобілів, та $6 \times 7,2$ м, у місцях проїзду автомобілів. У кожному блоці 6 прольотів по довжині та ширині.

Об'єкт спроектований на 435 машино-місць, перший поверх включає 83 машино-місця, решта — 88. Завдяки використанню нової технології експлуатованої інверсійної покрівельної конструкції, як місце для зберігання також використовується вся покрівля будівлі, яка повторює планування паркувальних місць типових поверхів.

При проектуванні споруди були прийняті розміри «еталонного автомобіля» з габаритами 1950 x 4950 мм. Під ці розміри вписується більшість сучасних легкових автомобілів, включаючи позашляховики.

Коефіцієнт ефективності використання корисної площі автостоянки становить: $K = 0,536$.

На перших 2-х поверхах, для забезпечення ізоляції боксів, використано стрічкове скління по всій довжині світлових прорізів. На решті поверхів — відкриті світлові прорізи.

По всьому периметру автостоянки, включаючи рампи, зводяться цегляні парапети із залізобетонними вставками.

Дорожній рух передбачено одностороннім, в'їзди та виїзди розташовані в південній та північній частинах будівлі відповідно. Переміщення між поверхами здійснюється по двох криволінійних, одноколійних рампах.

Обраний спосіб розстановки автомобілів — прямокутний, багаторядний. Багаторядне розташування є найбільш економічним, а прямокутна розстановка автомобілів відносно осі внутрішнього проїзду забезпечує маневр автомобіля при заїзді та виїзді в будь-якому напрямку за рівних умов, що виключає труднощі в процесі паркування автомобіля.

Переміщення людей між поверхами здійснюється по 2-х сходових маршах та 4 — м пасажирських ліфтах, вантажопідйомністю 400 кг, які розташовані у схода-ліфтових вузлах, у корпусах криволінійних рамп.

На 1-му поверсі, у кожному корпусі рампи передбачені санвузли, камера схову, адміністративно-побутове приміщення. Також на 1 — м -му поверсі розташований інвентарний склад. Усі приміщення адміністративно-побутового призначення опалюються та вентилюються. Приміщення автостоянки не опалюється, вентиляція здійснюється за рахунок природних світлових отворів. Теплоізоляція не передбачена.

Будівля оснащена пожежною та охоронною сигналізацією. У проектованій будівлі передбачено таке інженерне обладнання:

- водопровід — об'єднаний: господарсько-питний, виробничо-протипожежний.
- каналізація — побутова у зовнішні мережі;
- опалення - водяне, від зовнішніх мереж;
- вентиляція - припливно-витяжна з механічним приводом та природна;
- гаряче водопостачання — централізоване;
- електропостачання - від зовнішніх мереж напругою **380/220 В** ;
- слабкоструміві пристрої - телефон, радіо, пожежна сигналізація.

У перспективі, у разі зростання потреби в паркувальних місцях, кількість паркомісць у цій споруді можна збільшити шляхом надбудови 3-х додаткових поверхів із металевих конструкцій. 1-й і 3-й поверхи дозволять розмістити додатково по 66 автомобілів, 2-й — 46 автомобілів. Переміщення між поверхами здійснюватиметься по прямолінійних одноколійних рампах. Таким чином, загальна кількість паркомісць у даному об'єкті може бути збільшена до 526.

Для організації безпеки дорожнього руху на смугах руху та в місцях зберігання нанесено дорожню розмітку відповідно до вимог [17]. З цією метою об'єкт обладнано дорожніми знаками відповідно до вимог.

1.5 Конструктивні рішення

1.5.1 Конструктивні рішення блоку автостоянки

Конструктивна система блоків автостоянки — монолітний залізобетонний каркас.

Перетин колон прямокутний— **400 × 400 мм**; ригелів на прольоті 6м — **400 × 500 мм**; на прольоті 7,2 м — **400 × 550 мм**.

Покриття та перекриття — залізобетонні, монолітні, висотою 250 мм.

Висота поверху - 3 м.

Фундаменти - окремо стоячі, під колону, стовпчасті, монолітні.

Огороджувальні парапети виконуються зі стін комплексних конструкцій із залізобетонними включеннями, висота **1,2 м**, товщина **120 мм**.

Підлоги - двошарові мозаїчно-бетонні, товщина верхнього та нижнього мозаїчно-бетонних шарів 50 та 25 мм, відповідно.

Покрівля - експлуатована інверсійна покрівельна конструкція з асфальтобетонним покриттям, плоска, з ухилом 0,02. Водовідведення зовнішнє, з пластикових каналізаційних труб через злизову каналізацію.

На поверхах, де передбачено боксове зберігання автомобілів, кожне паркувальне місце ізолюється металевими решітками, звареними з суцільних металевих прутів квадратного перетину **15 × 15 мм**.

1.5.2 Конструктивні рішення рамп

Криволінійні рампи для міжповерхового переміщення автомобілів розташовані по краях будівлі та відокремлені від неї деформаційним швом. Конструктивна система рамп — монолітний залізобетонний каркас. Перекриття рамп — залізобетонні монолітні, товщиною 250 мм. Перетин ригелів — **400 × 600 мм**. Ширина проїжджої частини рампи — **7,2 м**.

Фундаменти — окремо стоячі, під колону, стовпчасті, монолітні.

Зовнішнє огороження — парапети з комплексних конструкцій із залізобетонними включеннями, висота **1,2 м**, товщина **120 мм**.

Внутрішнє ядро - монолітне залізобетонне товщиною 300 мм.

Підлоги проїжджої частини рамп — асфальтобетонні на армованій цементно-піщаній стяжці, розчин М 150, з товщиною асфальтобетонного покриття 50 мм. Водовідведення з проїжджої частини рампи внутрішнє в злизову каналізацію.

Внутрішнє приміщення рампи - осередок з сіткою колон **6,4 × 6,4 м**. Перетин колон 400 х 400 мм. Стіни по периметру — армовані цегляні, товщиною

250 мм. Перекриття — монолітні товщиною 200 мм. Сходові клітки — двомаршові зі збірних залізобетонних сходинок 150 х 300 мм, на металевих косоурах з металопрокату. Площадки — монолітні залізобетонні плити товщиною 200 мм. Підлоги у внутрішньому приміщенні — плиткові, з покриттям із керамічних плит типу «Керамограніт», на армованій цементно-піщаній стяжці, розчин М 150. Перегородки в санвузлах — армовані цегляні товщиною 120 мм. Стіни в адміністративно-побутових приміщеннях — армовані цегляні, товщиною 250 мм. Усі перемички — монолітні залізобетонні.

Покрівля — плоска, суміщена, невентильована, з ухилом 0,02 і внутрішнім водовідведенням у зливову каналізацію. Водоізоляційний килим мастикова покрівля з 4-х шарів бітумно-полімерної мастики з прокладками зі склотканини. Разуклонка виконується з карамзитобетону.

По периметру будівлі передбачена асфальтобетонна відмостка шириною 1 м.

1.6 Оздоблення

Всі зовнішні фасади будівлі оштукатурюються, потім фарбуються в кремнійорганічними фасадними фарбами. Зовнішні двері — з ПВХ-профілю зі склопакетами. Скління 1-х двох поверхів — стрічкове з ПВХ-профілю зі склопакетами.

У внутрішньому приміщенні автостоянки проводиться фарбування водостійкою емаллю. У санвузлах проводиться облицювання стін керамічною глазурованою плиткою на всю висоту приміщення. У приміщеннях адміністративного та побутового призначення проводиться штукатурення стін з подальшим фарбуванням стін водоемульсійною фарбою у 2 етапи. У санвузлах та приміщеннях адміністративного та побутового призначення передбачено влаштування підвісних стель з декоративно-акустичних плит «ARMSTRONG».

1.7 Рішення щодо водопостачання, каналізації, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та інженерного обладнання

Перший поверх оснащений системою центрального опалення, загалом будівля не опалюється. Застосовано двотрубну тупикову систему опалення з нижньою розводкою. Нагрівальні прилади — алюмінієві радіатори.

Шумоізоляція здійснюється за рахунок гнучких вставок біля вентиляторів, віброосновань, звукоізоляції та повітропроводів і вентиляційних камер.

У будівлі запроектована єдина внутрішня кільцева система господарсько-питного та протипожежного водопостачання. Постачання холодної води здійснюється від існуючої міської водопровідної мережі. На вході в будівлю встановлюється водомірний вузол з лічильником витрати води діаметром 50 мм. Лічильники встановлюються на горизонтальних лініях. Пожежогасіння будівлі здійснюється з пожежних гідрантів. Гаряче водопостачання здійснюється від водонагрівачів, що встановлюються в теплових вузлах.

Електропостачання будівлі здійснюється кабельними лініями від ТП. Ввідно-розподільний пристрій встановлюється в електрощитовій. Лічильники обліку електроенергії встановлюються в щитках. Вертикальне прокладання мереж пристроїв зв'язку виконується у вертикальному каналі. По сходових клітках будівлі дроти та кабелі слабкострумівих пристроїв прокладаються приховано у слабкострумівому каналі. Проектним рішенням передбачено 2 пасажирські ліфти вантажопідйомністю 630 кг на 5 зупинок. Розміри кабіни 1350 x 1350 мм з розташуванням противаги позаду та розміщенням машинного відділення зверху, поверх перекриття. Для можливості перевезення пасажирів на інвалідних візках передбачено дверний отвір 900 мм. Згідно з нормативами [32], у будівлі будуть встановлені аналогові димові сповіщувачі, аналогові теплові сповіщувачі, аналогові ручні сповіщувачі. Пульт охоронної сигналізації розташований у кімнаті керуючого персоналу, звідки ведеться цілодобове спостереження. До системи охоронної сигналізації включені магнітно-контактні сповіщувачі, інфрачервоні сповіщувачі та датчики розбиття скла.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

Об'єкт будівництва - 5-рівнева автостоянка з експлуатованою покрівлею з перспективою нарощування до 7 поверхів.

Район будівництва — м. Харків. Розрахунок будівлі виконано на програмному комплексі LIRA 9.4 з використанням тривимірної розрахункової схеми — просторової моделі.

2.1 Короткий опис основних будівельних конструкцій

Основний блок у першій черзі будівництва розглянутої споруди вирішено у вигляді залізобетонного монолітного каркаса з монолітними плитами перекриття.

Рампа також виконана у вигляді монолітного каркаса з ядром жорсткості.

У перспективі планується збільшити кількість поверхів автостоянки за рахунок надбудови над основним блоком ще трьох поверхів у металевих конструкціях. Розмір у плані $30,94 \times 70,5$ м; висота поверху—3,0м. Перетин колон постійний по висоті і становить 500 х 500 мм. Монолітна стіна ядра жорсткості $b = 300$ мм. Ригелі прийняті з перерізом 500×500 мм та 500×600 мм . Перекриття монолітне $b = 250$ мм ; плита спіралі $b250$ мм . Клас бетону для фундаментів — В15, для решти конструкцій — В25.

2.2 Розрахунок будівлі

При розрахунку стоянки використано 9 статичних навантажень: 1-е навантаження - власна вага, 2-е навантаження - навантаження від конструкцій підлоги та покрівлі, 3-е навантаження - навантаження від зовнішніх стін, 4, 5, 6, 7, 8-е навантаження - тривале корисне (від автомобілів), 9-те навантаження -

короткочасне снігове; та 2 динамічні навантаження: 10-те - сейсмічне по осі X; 11-те - сейсмічне по осі Y.

Таблиця 2.1 - Збір навантажень

Найменування навантаження	Нормативне значення, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове значення, кН/м^2
1	2	3	4
Постійне навантаження:			
1. Мозаїчно-бетонна підлога $\delta = 25 \text{ мм}$	0,60	1,10	0,66
2. Мозаїчно-бетонна підлога $\delta = 50 \text{ мм}$	1,20	1,10	1,32
3. Гідроізоляція, 2 шари руберойду	0,005	1,30	0,007
4. Цементно-піщана армована стяжка $\delta = 50 \text{ мм}$	0,90	1,30	1,17
5. Монолітна залізобетонна лита перекриття $\delta = 250 \text{ мм}$	6,25	1,10	6,88
Разом постійне навантаження:	$g^{\text{II}} = 8,95$		$g = 10,04$
Тимчасове навантаження:			
Тривале:			
1. Площі паркування та під'їзні шляхи	2,45	1,20	2,94
Разом тривале навантаження p_{td}	2,45		2,94
Короткочасне:			
1. Площі паркування та під'їзні шляхи	7,00	1,20	8,40
Разом короткочасне навантаження p_{cd}	7,00		8,40
Разом тимчасове навантаження:	$p^{11} = 9,45$		$p = 11,34$
Повне:			
Постійне та тривале	9,16		10,50
Короткочасне	7,00		8,40
Разом:	$(g + p) = 16,16$		$(g + p) = 18,90$ кН/м^2

Продовження таблиці 2.1

Назва навантаження	Нормативне значення, кН/м^2	Коефіцієнт надійності за навантаженням	Розрахункове значення, кН/м^2
Постійне навантаження:			
1. Асфальтобетонне покриття $\delta = 100\text{мм}$	2,50	1,10	2,75
2. Цементно-піщана армована стяжка $\delta = 100\text{ мм}$	1,80	1,30	2,34
3. Гідроізоляція, 2 шари руберойду	0,005	1,30	0,007
4. Цементно-піщана армована стяжка $\delta = 40\text{ мм}$	0,72	1,30	0,94
5. Керамзит- $\delta = 50 - 200$ -мм	0,50	1,30	0,65
6. Монолітні залізобетонні литі перекриття $\delta = 250\text{мм}$	6,25	1,10	6,87
Разом постійне навантаження:	$g^{\text{II}} = 11,78$		$g = 13,56$
Тимчасове навантаження:			
Тривала:			
1. Площі паркування та під'їзні шляхи	2,45	1,20	2,94
2. Снігове			0,63
Разом тривале навантаження p_{ld}	2,45		3,57
Короткочасне:			
1. Площі паркування та під'їзні шляхи	7,00	1,20	8,40
2. Снігове			1,8
Разом короткочасне навантаження p_{cd}	7,00		10,2
Разом тимчасове навантаження:	$p^{\text{II}} = 9,45$		$p = 13,77$
Повне:			

Постійне та тривале	11,98		14,66
Короткочасне	7,00		10,20
Разом:	$(g + p) = 18,98$		$(g + p) = 24,86$ $\kappa H / \text{м}^2$

2.3 Розрахунок фундаменту

Тип фундаменту: Стовпчастий, на природному ґрунті. Тип ґрунту в основі фундаменту: Грубоуламковий, з піщаним заповнювачем та піщаний. Тип розрахунку: Підбір із співвідношенням сторін a/b . Спосіб розрахунку: Розрахунок основи за деформацією під час сейсмічних впливів. Спосіб визначення характеристик ґрунту: на основі безпосередніх випробувань;

Конструктивна схема будівлі: жорстка при $2,5 < (L/H) < 4$. Наявність підвалу: немає. Вихідні дані для розрахунку: об'ємна вага ґрунту (G) $1,8 \text{ т/м}^3$; кут внутрішнього тертя $(\varphi) 30^\circ$; питоме зчеплення ґрунту (C) $0,01 \text{ т/м}^2$; рівень ґрунтових вод (H_v) -10 м . Висота фундаменту: (H) $1,5 \text{ м}$; (a/b) 1 . Глибина закладення фундаменту від рівня планування (без підвалу) (d) $= 1,7 \text{ м}$.
Усереднений коефіцієнт надійності за навантаженням $1,15$

Таблиця 2.2 - Розрахункові навантаження

Назва	Величина	Од.виміру	Примітки
N	368	т	
My	1,2	т•м	
Qx	1,2	Т	
Mx	0	т•м	
Qy	0	М	
q	0	т/м ²	

Таблиця 2.3 - Навантаження в рівні оголовка в особливому поєднанні

Назва	Величина	Одиниця виміру	Примітки
Nos	194	т	
Myos	45	т • м	
Mxos	0	т • м	
Qyos	0	Т	
Qxos	26,9	Т	

2.3.2 Результати розрахунку

Максимальні розміри основи за розрахунком на деформації: $a = 2.94$ м, $b = 2.94$ м. Розрахунковий опір ґрунту основи: $40,48 \text{ т/м}^2$. Максимальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту в основному поєднанні: $41,02 \text{ т/м}^2$. Мінімальне напруження в розрахунковому шарі ґрунту в основному комбінації $39,79 \text{ т/м}^2$. Результируюча вертикальна сила в особливому поєднанні $227,62 \text{ т}$. Граничний опір основи при сейсміці $386,9 \text{ т}$. Розрахункові моменти на рівні підшви фундаменту: $M_x = 0 \text{ тс} \cdot \text{м}$; $M_y = 85.35 \text{ т} \cdot \text{м}$.

2.3.3 Результати проектування фундаментів

Таблиця 2.4 - Результати проектування фундаментів

Найменування	Позначення	Величина	Одиниця виміру
Задана довжина підшви	(A)	3	м
Задана ширина підшви	(B)	3	м
Ширина перерізу підколонника	(b0)	0,9	м
Довжина перерізу підколонника	(L0)	0,9	м
Висота ступенів фундаменту	(hn)	0,3	м
Захисний шар підколонника	(zv)	3,5	см
Захисний шар арматури підшви	(zn)	7,0	см
Довжина рядової сходинки вздовж X	(bn)	0,45	м
Довжина рядової сходинки вздовж Y	(an)	0,45	м
Довжина верхньої сходинки вздовж X	(b1)	0,15	м
Довжина верхньої сходинки вздовж Y	(a1)	0,15	м
Кількість сходинок вздовж X	(nx)	3	шт.
Кількість сходинок уздовж Y	(ny)	3	шт.
Клас бетону	(Rb)	B15	

Робоча арматура в підшві фундаменту уздовж осі X: 15 $\varnothing 16$ А-400. Робоча арматура в підшві фундаменту уздовж осі Y: 15 $\varnothing 16$ А-400.

Вертикальна робоча арматура у підколоннику фундаменту, вздовж осі X: 5Ø28 A-400. Вертикальна робоча арматура у підколоннику фундаменту, вздовж осі Y: 5Ø28 A-400. Поперечне армування підколонника: 13Ø6 A-240; з кроком 50.

2.3.4 Результати проектування конструктивних елементів

Деформована схема:

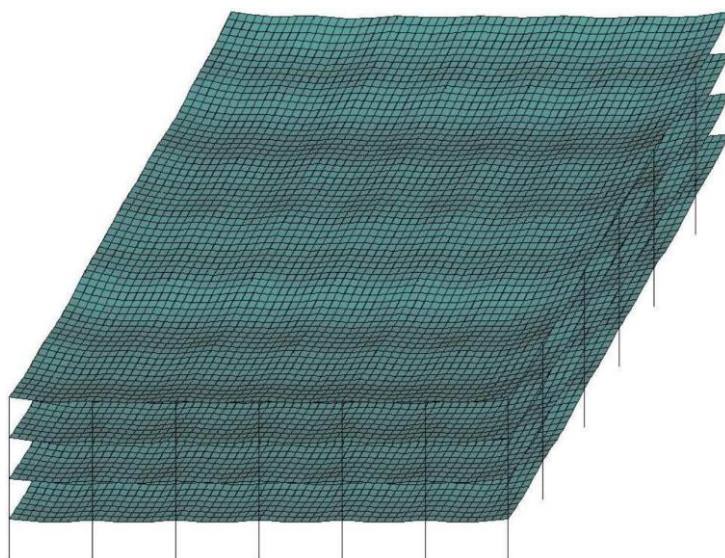


Рисунок 2.1 – Деформована схема просторової розрахункової моделі основного блоку автостоянки

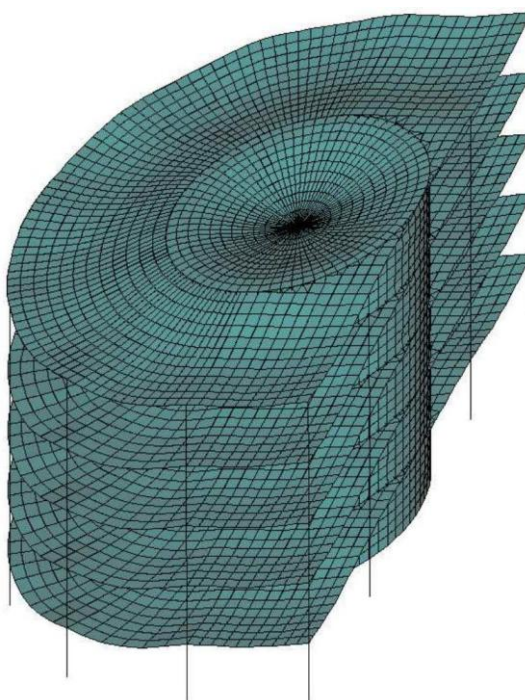


Рисунок 2.2 – Початкова просторова схема розрахункової моделі будівлі

Переміщення по осі X (Рис. 2.3). Розподіл переміщень по висоті та в плані споруди характеризує роботу каркаса в поздовжньому напрямку та дозволяє встановити ділянки з найбільшою податливістю конструктивної системи.

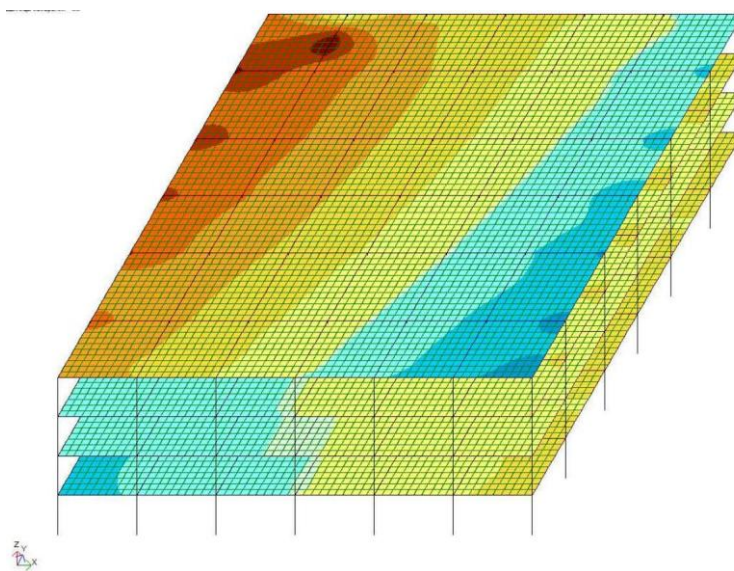


Рисунок 2.3 – Ізополя переміщень по осі X від основної комбінації навантажень для основного блоку

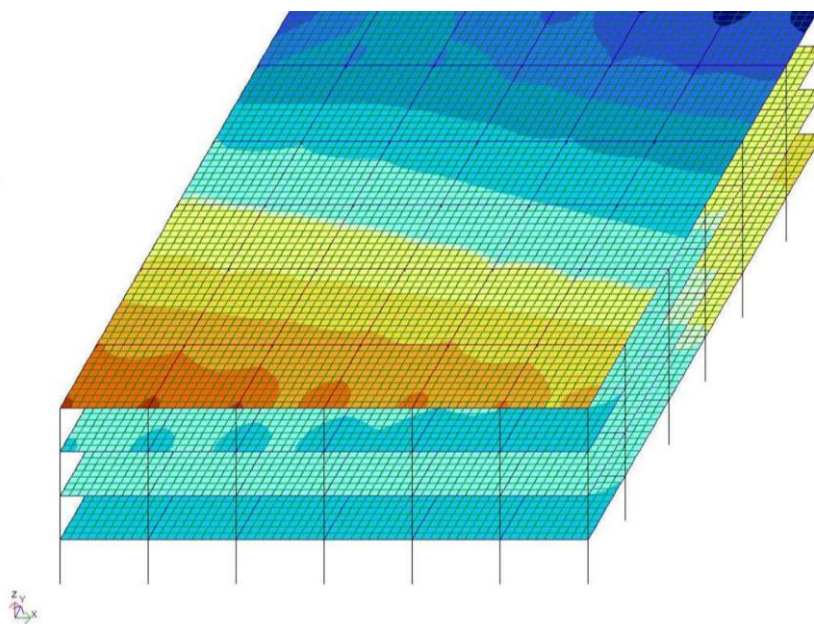


Рисунок 2.4 – Ізополя переміщень по осі Y від основної комбінації навантажень для основного блоку

Переміщення по осі Z :

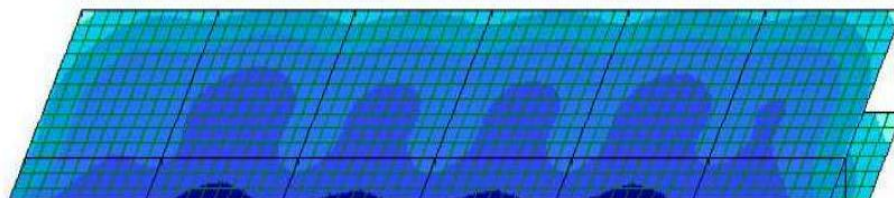


Рисунок 2.5 – Ізополя вертикальних переміщень по осі Z від основної комбінації навантажень для основного блоку

Переміщення від особливого поєднання навантажень (+сейсміка у напрямку X): - переміщення по осі X . Результат характеризує прогини перекриттів під дією постійних і тимчасових навантажень та дозволяє визначити найбільш навантажені ділянки плитної системи.

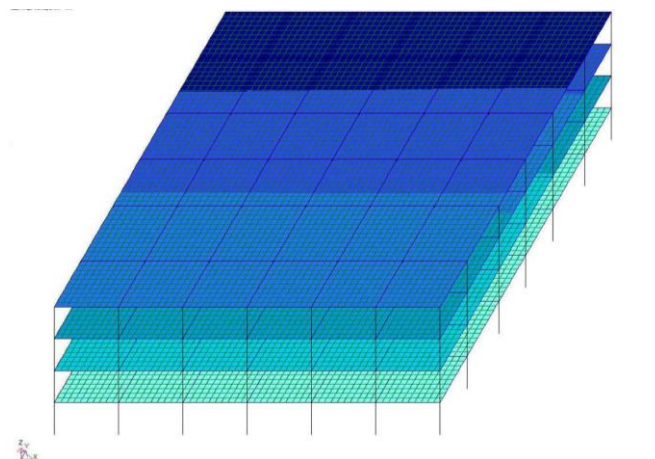


Рисунок 2.6 – Ізополя переміщень по осі X від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку X

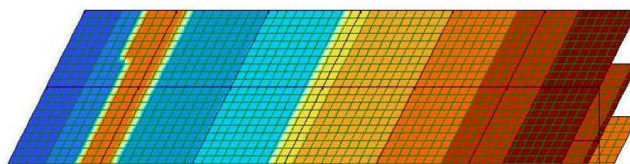


Рисунок 2.7 – Ізополі переміщень по осі Y від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку X

Переміщення від особливого поєднання навантажень (+сейсміка у напрямку Y): - переміщення по осі X . Такі переміщення характеризують поперечну складову просторової роботи каркаса та враховують взаємний вплив елементів конструктивної системи в ортогональних напрямках.

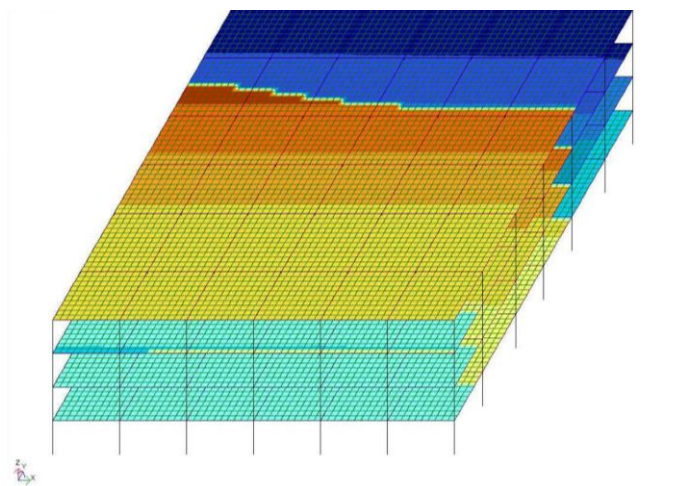


Рисунок 2.8 – Ізополі переміщень по осі X від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку Y

Переміщення по осі Y :

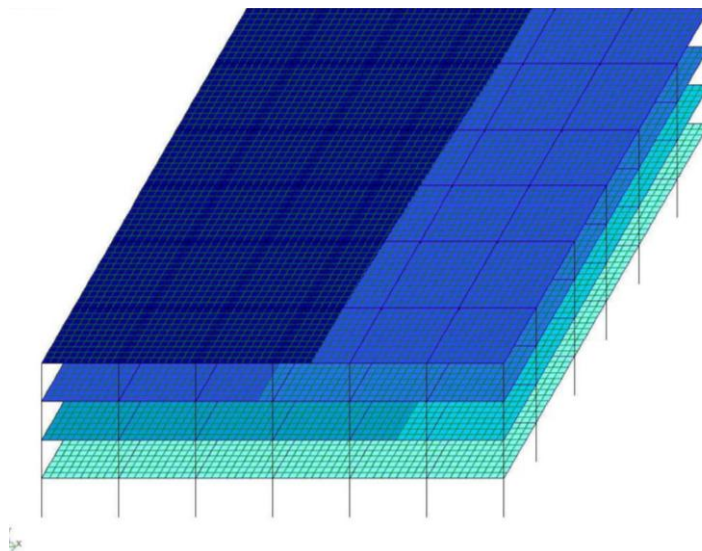


Рисунок 2.9 – Ізополя переміщень по осі Y від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку Y

Переміщення від основного поєднання навантажень: - переміщення по осі X :

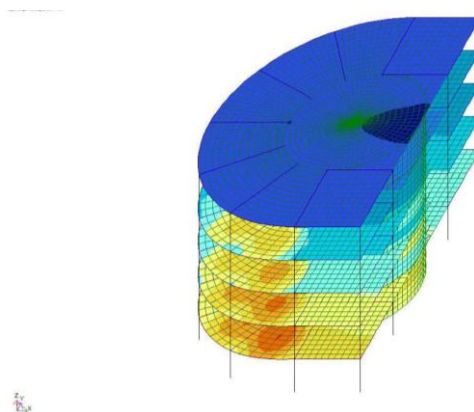


Рисунок 2.10 – Ізополя переміщень по осі X від основного поєднання навантажень для рампи

Переміщення по осі Y :

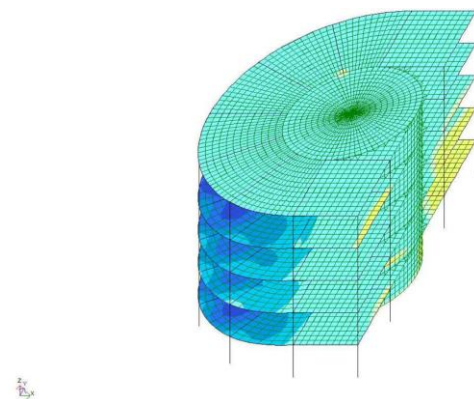


Рисунок 2.11 – Ізополя переміщень по осі Y від основного поєднання навантажень для рампи

Переміщення по осі Z:

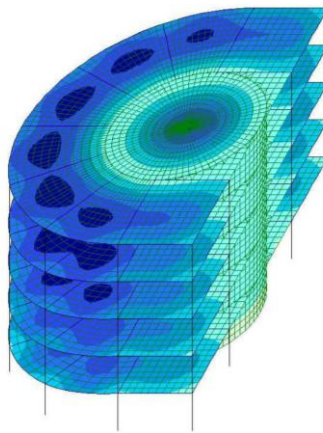


Рисунок 2.12 – Ізополя вертикальних переміщень по осі Z від основного поєднання навантажень для рампи

Переміщення від особливого поєднання навантажень (+сейсміка у напрямку X): - переміщення по осі X:

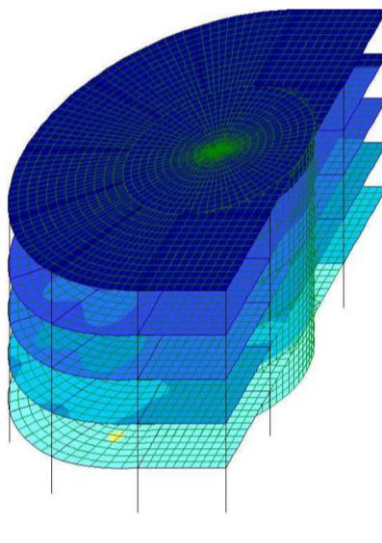


Рисунок 2.13 – Ізополя переміщень по осі X від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку X для рампи

Значення шкали ізополів переміщень по осі Y становлять: -0,366; -0,304; -0,183; -0,122; -0,061; -0,002; 0,002; 0,061; 0,122; 0,183; 0,213 мм.

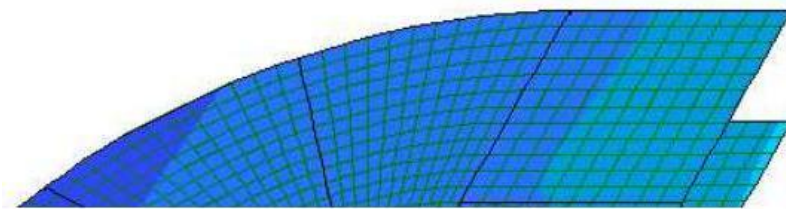


Рисунок 2.14 – Ізополя переміщень по осі Y від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку X для рампи

Переміщення від особливого поєднання навантажень (+сейсміка у напрямку Y): - переміщення по осі X.

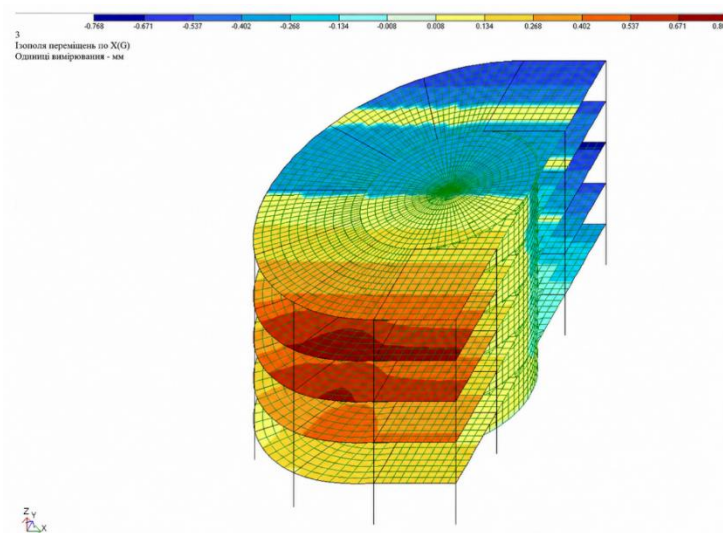


Рисунок 2.15 – Ізополя переміщень по осі X від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку Y для рампи

Значення шкали ізополів переміщень по осі Y для особливого поєднання навантажень становлять: -1,242; -1,034; -0,827; -0,620; -0,413; -0,207; -0,001; 0,001; 0,051 мм.

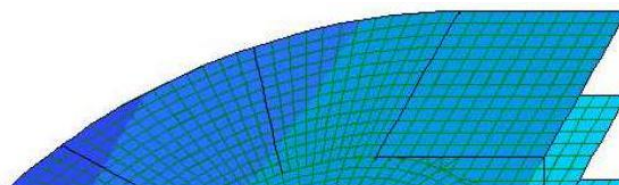


Рисунок 2.16 – Ізополя переміщень по осі Y від особливого поєднання навантажень із сейсмічною дією у напрямку Y для рампи

Зусилля в середній рамі:

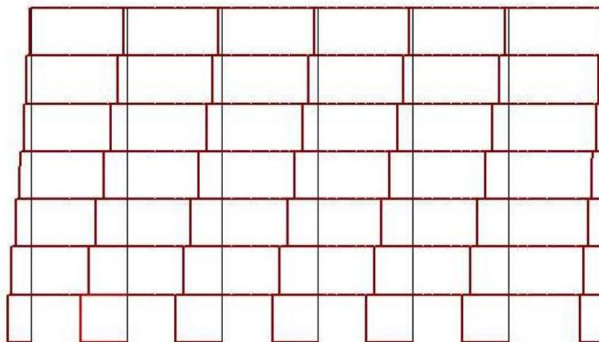


Рисунок 2.17 – Схема зусиль N у середній рамі каркаса



Рисунок 2.18 – Епюра зусиль у стрижневих елементах середньої рами

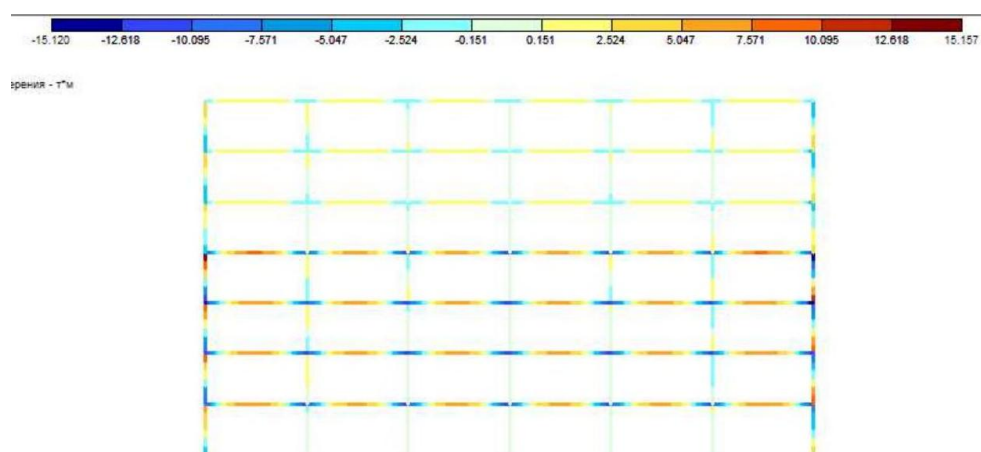


Рисунок 2.19 – Карта розподілу зусиль у середній рамі за результатами розрахунку

Напруження в плиті перекриття типового поверху:

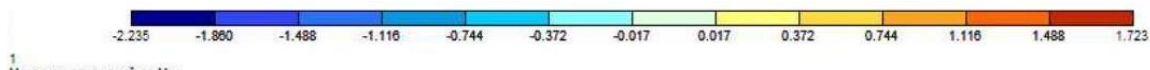


Рисунок 2.20 – Напруження у плиті перекриття типового поверху за першою розрахунковою схемою

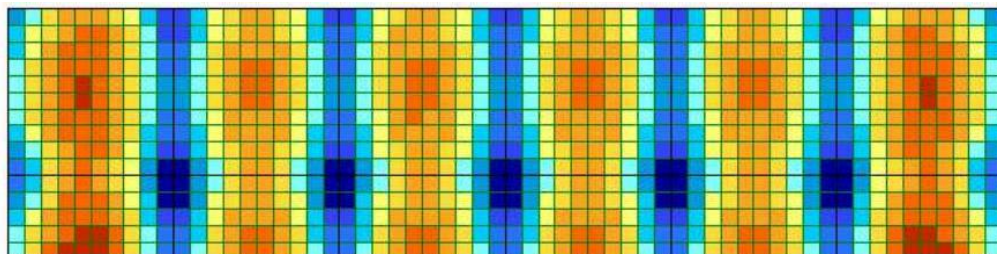


Рисунок 2.21 – Шкала та карта напружень у плиті перекриття типового поверху

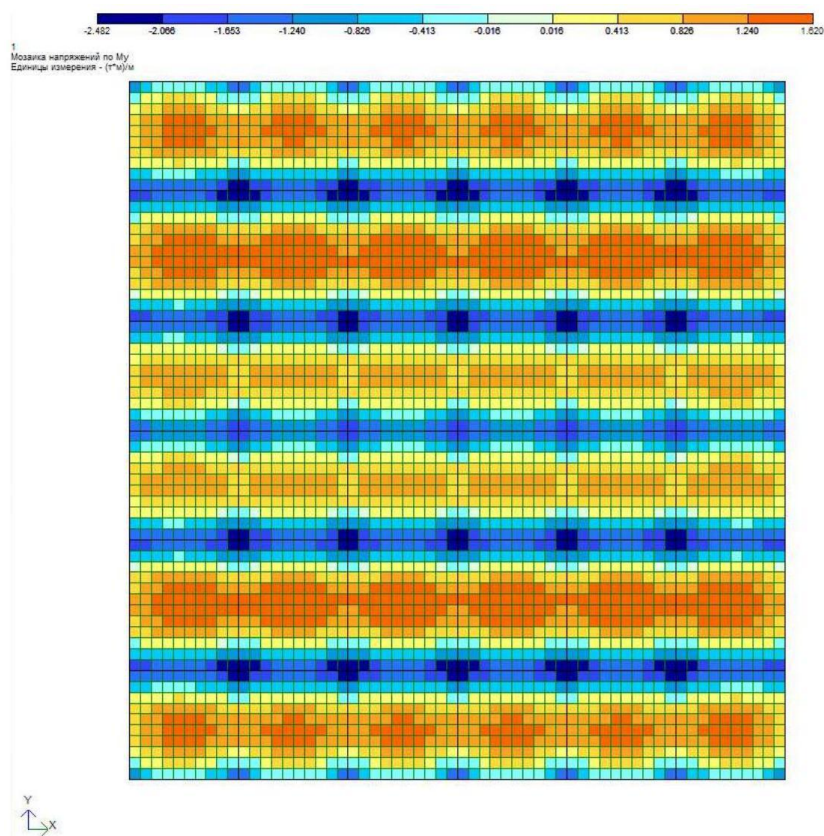


Рисунок 2.22 – Розподіл напружень у плиті перекриття типового поверху в плані

Напруження в рампі:

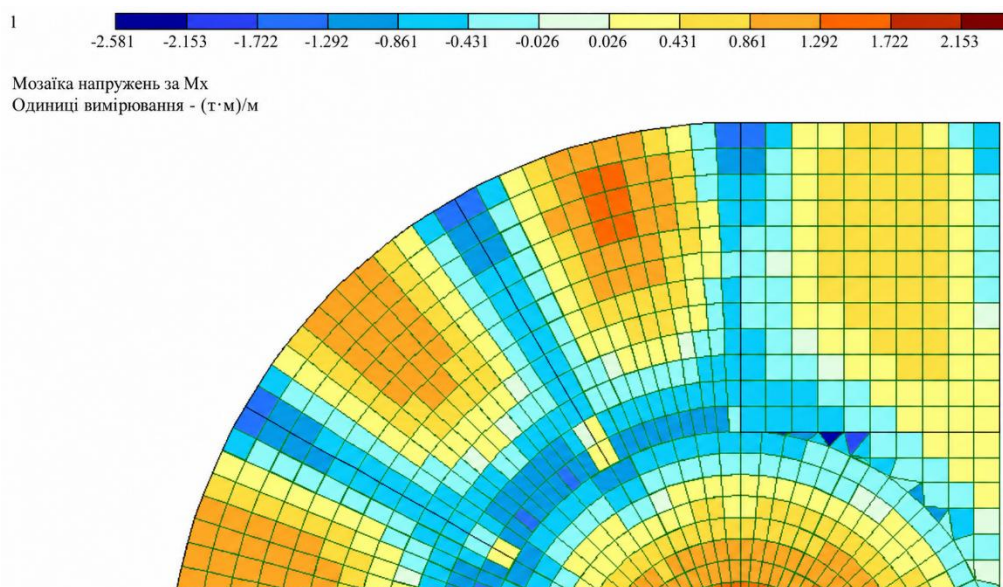


Рисунок 2.23 – Розподіл напружень у плиті рампи

Перша форма власних коливань(Рис.2.24). Аналіз цієї форми дає змогу встановити напрям і ділянки найбільшої податливості просторової системи.

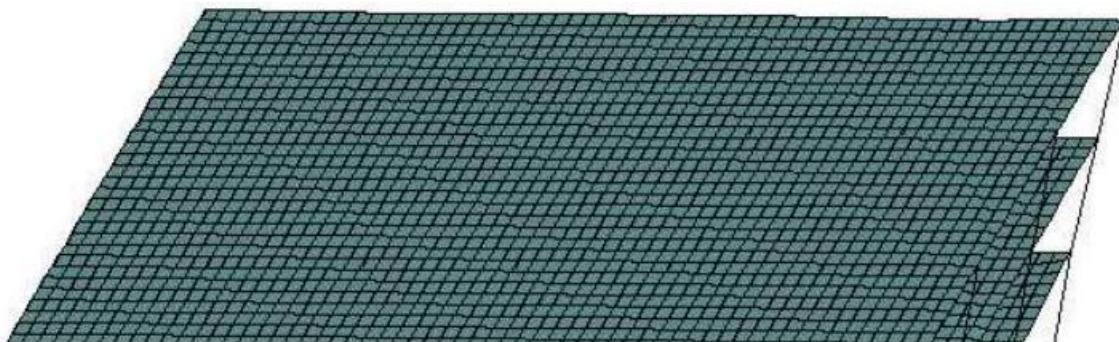


Рисунок 2.24 – Перша форма власних коливань основного блоку споруди

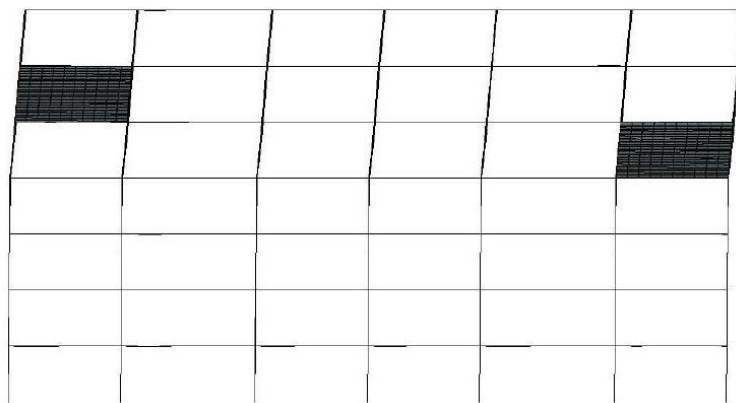


Рисунок 2.25 – Схема деформації каркаса за першою формою власних коливань

Друга форма власних коливань:

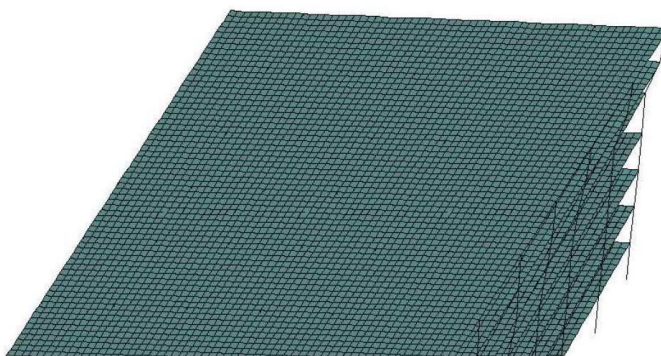


Рисунок 2.26 – Друга форма власних коливань основного блоку споруди

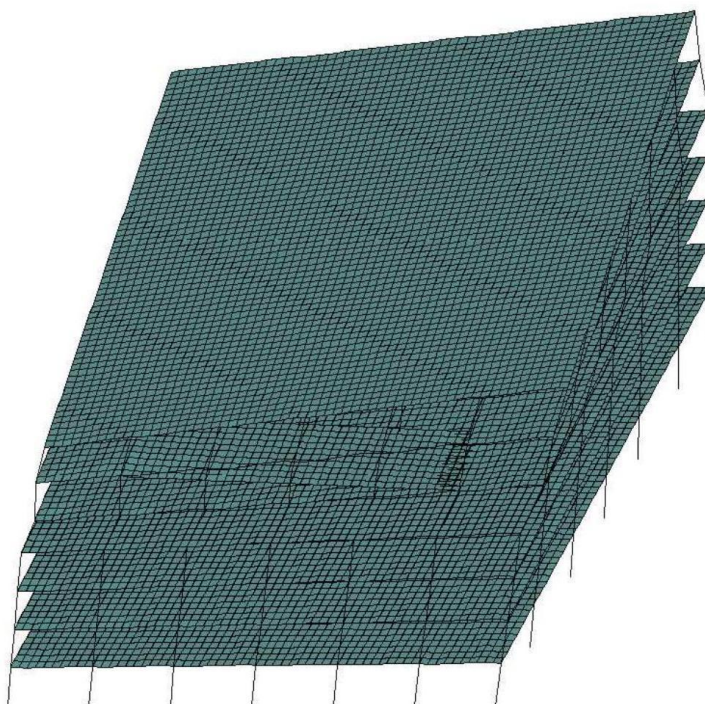


Рисунок 2.27 – Третя форма власних коливань основного блоку споруди

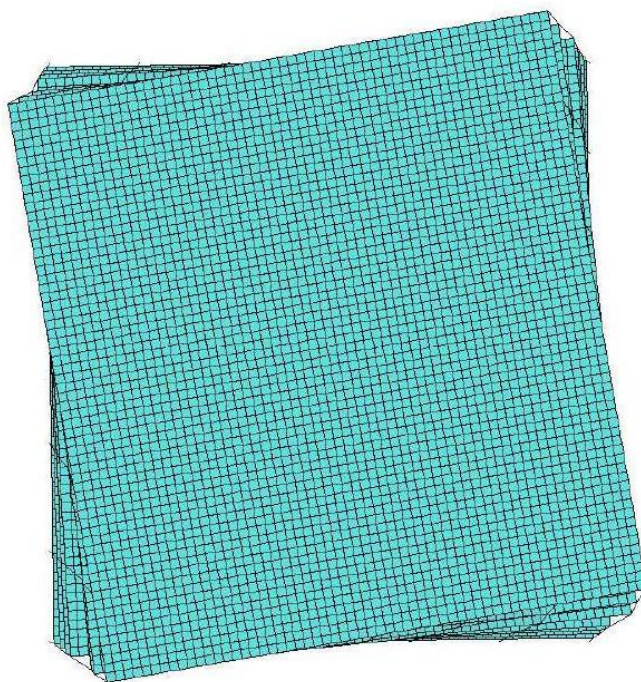


Рисунок 2.28 – Просторова форма деформації каркаса за третьою формою коливань

Результати розрахунку

Схема армування стрижнів:

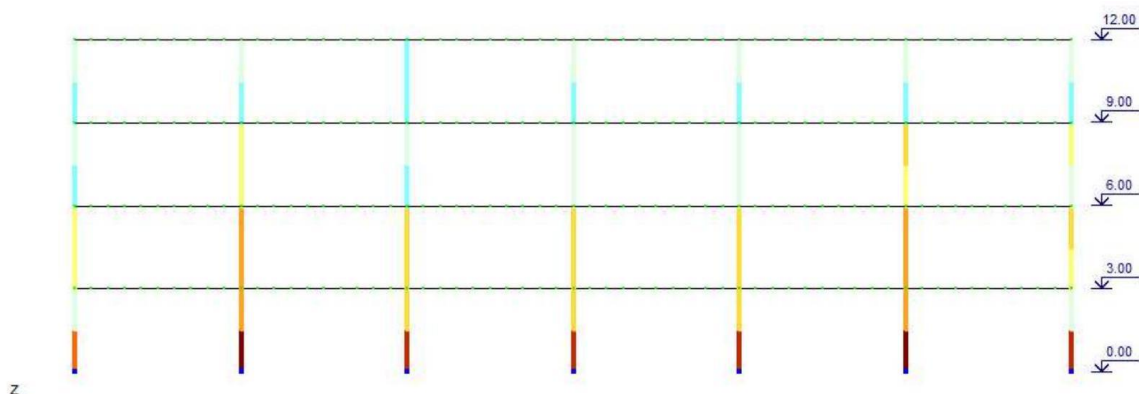


Рисунок 2.29 – Просторова скінченно-елементна модель для підбору армування стрижнів

Поперечна арматура ASW1, см²/м:



Рисунок 2.30 – Схема армування стрижневих елементів каркаса

Площа арматури ASWI. Крок 100 см. Симетричне армування. Максимум 5,94 в елементі 4833.

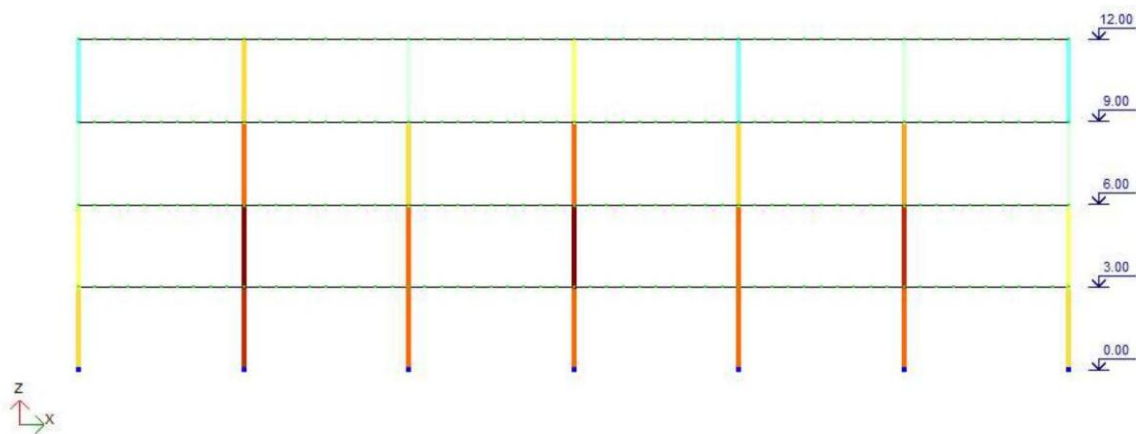


Рисунок 2.31 – Карта поперечної арматури ASW1 для стрижневих елементів

Сумарна арматура на весь переріз AS1+ AS2+ AS3+ AS4, cm^2 .



Рисунок 2.35 – Сумарна поздовжня арматура колон рами по осі 7-7

Площа арматури AS1 AS2 AS3 AS4 . Симетричне армування .Максимум 80,21 в елементі 40.



Рисунок 2.36 – Площа поздовжньої арматури AS1–AS4 у колонах рами по осі 7-7

Для поперечної арматури ASW1 колон рами по осі 7-7 прийнято такі значення площі армування: 1,97; 2,69; 3,42; 4,14; 4,86; 5,58; 6,31; 7,03; 7,76 $\text{см}^2/\text{м}$.

Площа арматури ASW1. Крок 100 см. Симетричне армування. Максимум 7,75 в елементі 4875.

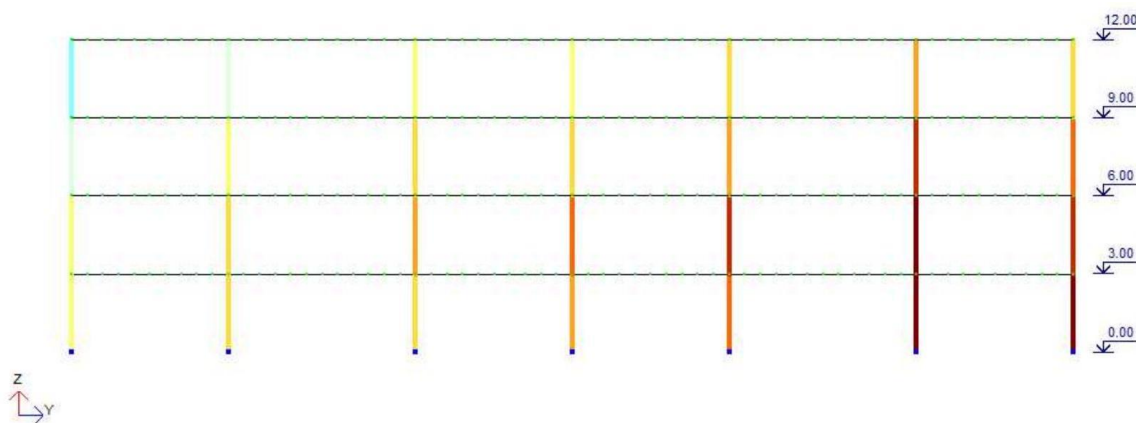


Рисунок 2.37 – Поперечна арматура ASW1 у колонах рами по осі 7-7

Для поперечної арматури ASW2 колон рами по осі 7-7 прийнято такі значення площі армування: 1,70; 2,04; 2,38; 2,72; 3,06; 3,40; 3,74; 4,08; 4,42 $\text{см}^2/\text{м}$.

Площа арматури ASW2. Крок 100 см. Симетричне армування. Максимум 4,42 в елементі 4875.

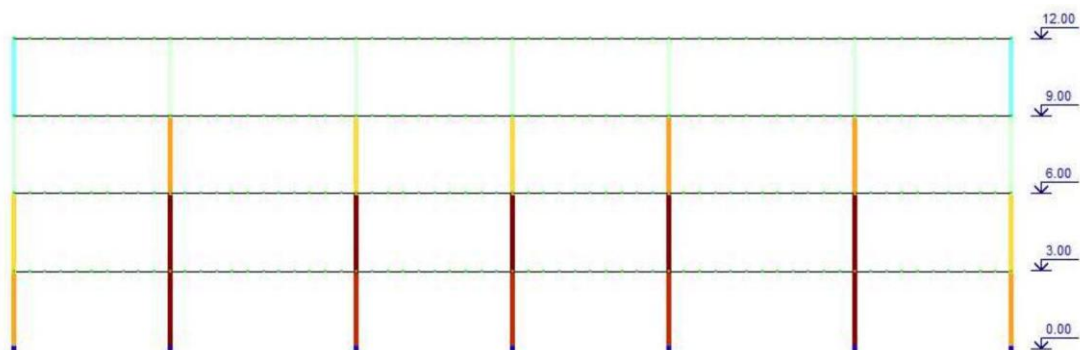


Рисунок 2.38 – Поперечна арматура ASW2 у колонах рами по осі 7-7

Відсоток армування,% :



Рисунок 2.39 – Шкала відсотка армування колон рами по осі 7-7

Відсоток армування Симетричне армування. Максимум 3,21 в елементі 40.

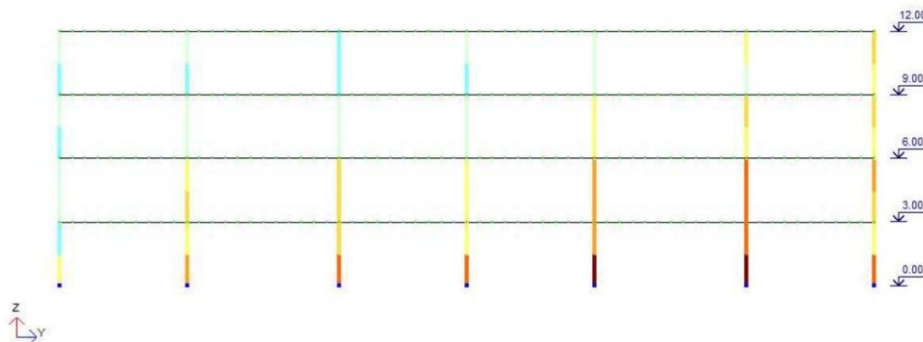


Рисунок 2.40 – Карта відсотка армування колон рами по осі 7-7

Армування ригелів типового поверху:



Рисунок 2.41 – Нижня арматура ригелів типового поверху

Площа арматури AS1. Несиметричне армування . Максимум 23,10 в елементі 4757.



Рисунок 2.42 – Площа нижньої арматури AS1 у ригелях типового поверху

Площа арматури AS2. Несиметричне армування. Максимум 29,03 в елементі 4487.

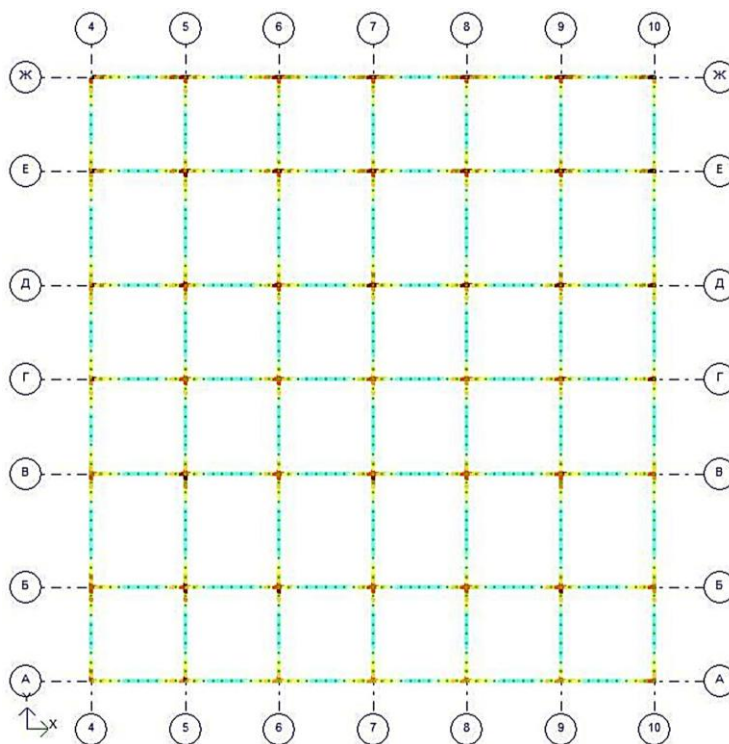


Рисунок 2.43 – Площа нижньої арматури AS2 у ригелях типового поверху

Для нижньої арматури плити перекриття типового поверху по осі Х шкала площі армування становить: 0; 1,07; 2,14; 3,21; 4,28; 5,35; 6,42; 7,49; 8,57 $\text{см}^2/\text{м}$.

Площа арматури на 1 п. м. по осі Х біля нижньої грані (балки-стілки — посередині); максимум в елементі 3889.

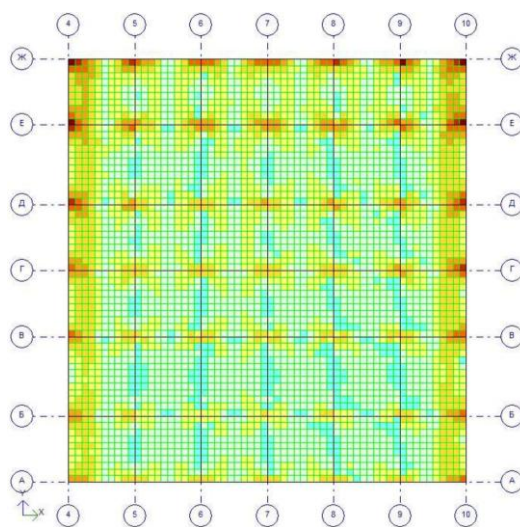


Рисунок 2.44 – Нижня арматура плити перекриття типового поверху по осі Х

Для верхньої арматури плити перекриття типового поверху по осі X шкала площі армування становить: 1,40; 2,80; 4,21; 5,61; 7,01; 8,41; 9,82; 11,20 $\text{см}^2/\text{м}$; максимальне значення зафіксовано в елементі 3313.

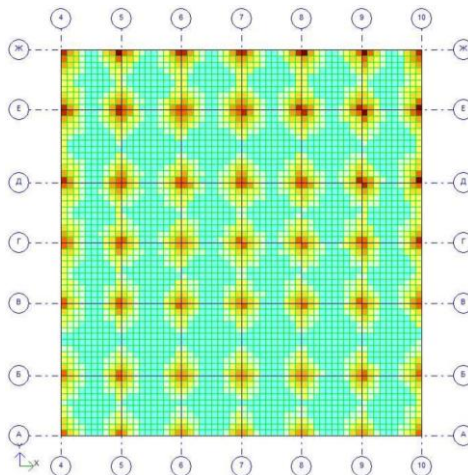


Рисунок 2.45 – Верхня арматура плити перекриття типового поверху по осі X

Для нижньої арматури плити перекриття типового поверху по осі Y шкала площі армування становить: 0; 0,801; 1,60; 2,40; 3,20; 4,01; 4,81; 5,61; 6,42 $\text{см}^2/\text{м}$.

Площа арматури на 1 мм по осі Y біля нижньої грані (балки-стілки — посередині); максимум в елементі 50.

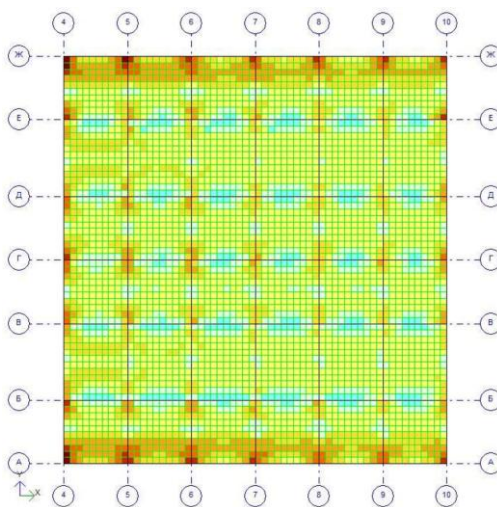


Рисунок 2.46 – Нижня арматура плити перекриття типового поверху по осі Y

Для верхньої арматури плити перекриття типового поверху по осі Y шкала площі армування становить: 0; 1,06; 2,12; 3,17; 4,23; 5,29; 6,35; 7,41; 8,47 см²/м.

Площа арматури на 1 мм по осі Y біля верхньої грані; максимум в елементі 104.

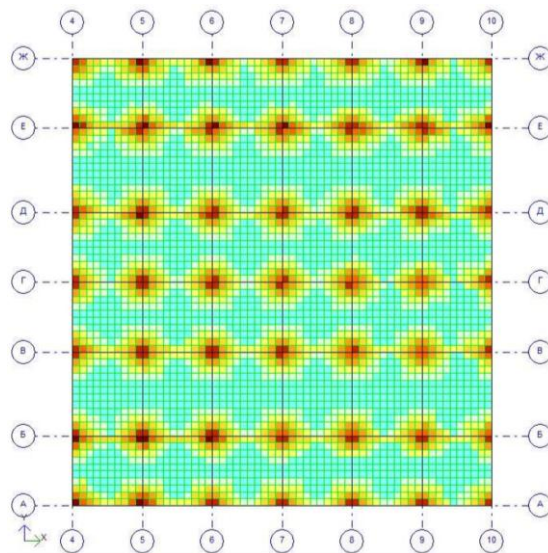


Рисунок 2.47 – Верхня арматура плити перекриття типового поверху по осі Y

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Ущільнення ґрунтів у порожнинах фундаментів під колони

Умови виконання зворотних засипок пазух фундаментів і, особливо, при зведенні промислових об'єктів з розвиненим підземним господарством відрізняються надзвичайною різноманітністю. Зовнішні пазухи котлованів, що мають здебільшого клиноподібну форму, поєднуючись з пазухами між підземними конструкціями та фундаментами всередині будівель і споруд, утворюють часом складну систему замкнутих порожнин і коридорів з обмеженими розмірами в світлі, що становлять серйозну складність при виконанні зворотних засипок.

Під зворотне засипання дрібні об'єкти здають цілком, а великі — частинами (цех, відділення цеху тощо) після повного закінчення робіт з підземних конструкцій або після виконання робіт на виділеному ярусі. При цьому ділянки, що здаються, можуть відрізнятися характерними особливостями, які враховуються виконавцями робіт при вирішенні питань технології виконання зворотних засипок.

При кроці колони 6 м і більше, коли встановлені фундаменти не перешкоджають руху автотранспорту, відсипання ґрунту проводиться з дальньої точки робочої карти «на себе». При цьому автосамоскиди переміщуються по основі, на яку проводиться укладання шару ґрунту.

Схема розвантаження автосамоскидів встановлюється залежно від відстані між осями. Засипання ґрунту потрібно вести смугами вздовж прольотів між колонами з метою скорочення трудомісткості пошарового розрівнювання ґрунту.

При 6-метровому кроці колон і розташуванні фундаментів, що перешкоджає руху автосамоскидів, відсипання ґрунту в нижні шари зворотного засипання ведеться «головним способом» з проїздом автосамоскидів по ґрунту, що

відсипається, який покриває виступаючі частини фундаментів шаром товщиною не менше 0,3 м, щоб уникнути їх пошкодження.

Автосамоскид обирають з урахуванням ширини відвалу бульдозера, прийнятого для розрівнювання ґрунту, та умов маневрування на робочому майданчику.

При ширині просвіту між фундаментами колон менше 0,8 м, там, де неможливе використання бульдозерів, вирівнювання ґрунту проводять вручну.

Перед початком ґрунтоущільнювальних робіт в обов'язковому порядку проводити дослідне ущільнення для врахування місцевих особливостей ґрунту та визначення оптимальних режимів його ущільнення. Після цього приступають до ущільнення ґрунтів на об'єкті. Роботи проводяться у два етапи: І етап — ущільнення ґрунту між фундаментами колон; ІІ етап — ущільнення ґрунту над фундаментами колон. Ущільнення ґрунту між фундаментами колон здійснюється в більш обмежених умовах, ніж над фундаментами, і вимагає вжиття спеціальних заходів для запобігання пошкодженню конструкцій. Ущільнення ґрунту важкими трамбовками, які чинять на ґрунт, що ущільнюється, сильний динамічний вплив, у даному випадку не допускається, щоб уникнути горизонтального зміщення колон. Як показує практика, ущільнення ґрунту в безпосередній близькості від фундаментів колон (на відстані 0,3 – 0,5 м від вертикальної грані) трамбувальною плитою масою 3 т, що скидається з висоти 4 м, може призвести до горизонтального зміщення фундаменту масою до 40 т. Для ущільнення ґрунту в зоні, що прилягає до окремо розташованих фундаментів або інших підземних конструкцій, рекомендується укочування, вібротрамбування, вібрування або комбінований вплив на ґрунт (вібрування, вібрування з навантаженням). Для цього, залежно від ступеня обмеженості умов виконання робіт, можуть бути використані:

- самохідні котки з гладкими вальцями з кулачковими бандажами на них — для зв'язних ґрунтів;
- віброкотки — для незв'язних ґрунтів;

- гідромеханічні віброущільнювачі - для зв'язних і незв'язних ґрунтів;
- електричні самохідні вібротрамбовки ВУТ-3, ВУТ-4, ВУТ-5, СВТ-3МП — для незв'язних і малозв'язних ґрунтів;
- електротрамбовки ІЕ-4502, ІЕ-4504 - для ущільнення зв'язних і незв'язних ґрунтів;
- самохідні віброплити, що поставляються з НДР - для незв'язних ґрунтів.

У першу чергу проходки ґрунтоущільнювачів слід вести в безпосередній близькості від фундаментів, потім у зоні між фундаментами.

При використанні катків ущільнення слід виконувати паралельними проходками в межах всієї робочої карти, спочатку вздовж прольотів споруд, потім у поперечному напрямку.

Ущільнення ґрунту самохідними вібротрамбовками з електроприводом проводять паралельними проходами довжиною по **10 – 15м** , спочатку вздовж прольотів споруди, потім поперек споруди в проміжках між поздовжніми ущільненими смугами. При цьому кожною проходкою ущільнюють всю площу робочої карти. Такий спосіб, хоча й пов'язаний з деякими додатковими трудовитратами, пов'язаними з неодноразовим перенесенням електрокабелю, забезпечує рівномірне по всій площі карти ущільнення ґрунту та стабільність роботи ґрунтоущільнювача.

При ущільненні ґрунту самохідною віброплитою з двигуном внутрішнього згоряння рекомендується схема руху навколо фундаментів по спіралі.

При ущільненні ґрунту обов'язково забезпечується оптимальна кількість проходів ґрунтоущільнювача по одному сліду, визначена експериментальним ущільненням залежно від виду ґрунту, проектної об'ємної маси каркаса та типу ґрунтоущільнювача.

У процесі ущільнення ґрунту в безпосередній близькості від вертикальних граней фундаментів вживаються заходи проти пошкодження гідроізоляції.

Після засипання ґрунтом фундаментів колон, коли над верхнім урізом фундаменту знаходиться шар ґрунту не менше 0,3 м, приступають до виконання робіт II етапу - засипання ґрунту над фундаментами колон.

Ґрунт зворотного засипання може бути зв'язним і незв'язним, але його вологість повинна бути оптимальною.

До початку засипання траншеї ґрунтом повинні бути виконані наступні роботи:

- повністю завершено влаштування фундаментів і перевірено їхнє проектне положення;
- зроблена та перевірена гідроізоляція фундаментів;
- видалені з траншеї всі допоміжні матеріали, обладнання, механізми;
- складено акти на приховані роботи та отримано дозвіл замовника на зворотне засипання.

Засипка, розрівнювання та ущільнення ґрунту проводиться послідовно по шарах, товщина яких визначається залежно від виду ґрунту та застосовуваної ущільнювальної машини. Зворотне засипання здійснюється привезеним ґрунтом, який транспортується до місця робіт автосамоскидами.

Автосамоскиди для розвантаження ґрунту слід подавати на відстань не ближче 1 м від брівки траншеї.

Засипка та розрівнювання ґрунту, за винятком останнього шару, виконуються екскаватором-планувальником, оснащеним подовжувачем стріли та обладнаним навантажувальним ковшем. Екскаватор-планувальник пересувається по верхній бровці вздовж траншеї. Відстань від брівки обумовлена призмою обвалення ґрунту основи, а відстань між стоянками визначається максимальним вильотом стріли та параметрами траншеї.

Зони шириною 40 см навколо фундаментів і підколонників, а також «мертві зони», недоступні для розрівнювання екскаватором-планувальником, розрівнюються вручну землекопом. Останній шар засипається і розрівнюється бульдозером, обладнаним поворотним відвалом. У процесі розрівнювання бульдозер не повинен наближатися до боків підколонників ближче ніж на 40 см.

Ущільнення зв'язного ґрунту передбачено ручними електричними трамбовками ІЕ-4501, ІЕ-4502, ІЕ-4503, ІЕ-4504. Ущільнення незв'язного ґрунту передбачено проводити самохідними віброплитами SVP-12,5; SVP-25; SVP-31,5; SVP-63,1. Причому нижні шари ущільнюються віброплитами менших розмірів, а верхні — більших розмірів. Ущільнення ґрунту необхідно починати з зон навколо фундаментів (опор), а потім ущільнювати ґрунт у зоні між фундаментами (опорами). Кожен наступний прохід ущільнювальної машини повинен перекривати слід попереднього шару на $0,1 - 0,2$ м. Товщина шарів залежно від виду ґрунту та застосовуваної ущільнювальної машини наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Товщина ущільнюваного шару залежно від виду ґрунту та застосовуваної ущільнювальної машини

Ущільнювальні машини	Вид ґрунту	Товщина шару, см	
		при $K = 0,95$	пухкого ґрунту
Електротрамбовки:	Зв'язний		
ІЕ-4501		20	25
ІЕ-4502		40	50
ІЕ-4503		15	19
ІЕ-4504		50	62
Вібраційні плити:	Незв'язний		
SVP-12,5		30	35
SVP-25		40	46
SVP-31,5		50	58
SVP-63,1		60	69

3.2 Улаштування фундаментів

З метою виключення надмірного підсихання або перезволоження ґрунту зведення фундаментів повинно проводитися відразу ж після закінчення трамбування ґрунту.

Перед влаштуванням фундаментів верхній розпушений шар ущільненого ґрунту утрамбовується легкими ударами трамбовки, що скидається з висоти близько **1 м**, або видаляється. У випадках відсипання зі стінок на дно ґрунту його слід видалити.

Перед установкою збірних фундаментних башмаків на підготовлену поверхню котловану робиться вирівнювальний шар з піску або худого розчину товщиною до **3 – 5 см**.

При влаштуванні монолітних фундаментних черевиків їх бетонування проводиться з ущільненням бетону вібраторами.

Після влаштування фундаментів верхня частина утрамбованого котловану засипається місцевим лесовим ґрунтом з відповідним ущільненням його.

3.3 Оцінка інженерно-геологічних умов

Майданчик будівництва багаторівневої парковки розташований на північно-західній околиці міста Харків.

Літологічний розріз на досліджену глибину (**6 м**) представлений алювіальними відкладеннями. До глибини **1,7 – 2,8 м** це піщано-глинисті ґрунти, нижче по розрізу — гальковий ґрунт із супіщаним або піщаним заповнювачем.

Нормативні значення міцнісних і деформаційних характеристик ґрунтів за даними дослідних робіт:

Супісок:

$$\rho = 1,74 \text{ т/м}^3;$$

$$c = 0,009 \text{ МПа};$$

$$\varphi=18^{\circ};$$

$$E=7 \text{ МПа};$$

$$R=0,25 \text{ МПа}.$$

Гальковий ґрунт із супіщаним заповнювачем:

$$\rho=2 \text{ т/м}^3;$$

$$c=0,002 \text{ Мпа};$$

$$\varphi=40^{\circ};$$

$$E=35 \text{ Мпа};$$

$$R=0,45 \text{ МПа}.$$

Гальковий ґрунт з піщаним заповнювачем:

$$\rho=2,1 \text{ т/м}^3;$$

$$c=0,001 \text{ МПа};$$

кут внутрішнього тертя $\varphi=43^{\circ}$;

модуль загальної деформації $E=50 \text{ МПа}$;

розрахунковий опір $R=0,6 \text{ МПа}$.

Нормативна глибина сезонного промерзання для м. Харків становить 0,90 м.

У зоні сезонного промерзання ґрунти в природному заляганні практично непучисті, але при збільшенні вологості супіски набувають пучисті властивості.

Крім того, рекомендується не допускати замочування та промерзання котловану під час будівництва.

Підземні води на період досліджень зустрічалися на глибині 3,05 – 3,1 м (абсолютна відмітка 244,5 м).

Значної зміни рівня підземних вод за багаторічний період на території м. Харків не відбувається у зв'язку з роботою дренажів.

Таблиця 3.2 - Список типів жорсткості

1. Пластина Н 25 (рампа)
2. Пластина Н 25 (плита)
- 3. Брус 50 × 50 (колони)

- 4. Брус50 × 50 (ригелі 1)
- 5. Пластина Н 30 (діафрагма)
- 9. Брус50 × 60 (ригелі 2)

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні положення безпеки умов праці в будівництві

Організація і виконання робіт у будівельному виробництві, промисловості будівельних матеріалів і будівельної індустрії повинні здійснюватися при дотриманні законодавства про охорону праці.

Відповідальні за стан техніки безпеки - виконроби і майстри, у межах доручених їм ділянок роботи. Керівництво охороною праці, її забезпечення та відповідальність за її стан покладають на головних інженерів і начальників будівництв, а також на спеціально призначених працівників служби техніки безпеки. Інженерно-технічним працівникам доручено не тільки забезпечувати безпечну організацію виробництва, навчання і постачання робітників спецодягом і засобами індивідуального захисту, а й здійснювати контроль за застосуванням і правильним використанням спецодягу і захисних пристосувань, за дотриманням правил техніки безпеки. Громадський контроль за охороною праці на стійках здійснюють професійні спілки через комісії профспілкових організацій і громадських інспекторів.

4.2 Вимоги безпеки до облаштування та утримання будівельного майданчика, учасників робіт і робочих місць

Організація будівельного майданчика, ділянок робіт і робочих місць повинна забезпечувати безпеку праці працюючих на всіх етапах виконання робіт.

Територія будмайданчика огорожується інвентарною захисно-охоронною огорожею панельно-стійкового типу, місця виконання робіт - сигнальною огорожею. Висота захисно-охоронних огорожень території будмайданчика становить 2 м, висота захисних огорожень ділянок виконання робіт - 1.2 м.

Біля в'їзду на виробничу територію будмайданчика необхідно встановити схему внутрішньобудівельної дороги і проїздів із зазначенням місць складування матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання.

Ширина проїжджої частини тимчасової внутрішньобудівельної дороги при односторонньому русі приймається 3,5 м.

Швидкість руху автотранспорту на прямих ділянках дороги не повинна перевищувати 10 км/год, на поворотах - 5 км/год. Будівельний майданчик, ділянки робіт і робочі місця, проїзди та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені. Освітленість повинна бути рівномірною, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виконання робіт у неосвітлених місцях не допускається.

Робочі місця, розташовані на висоті понад 1.3 м, мають бути огорожені запобіжними або страхувальними огороженнями.

Місця проходу людей у межах небезпечних зон повинні мати захисні огороження. Вхід у будівлю, що будується, має бути захищений зверху козирком завширшки не менше 2 м від стіни будівлі.

Будівельне сміття з будівлі, що будується, має опускатися в закритих ящиках або контейнерах. Проходи і робочі місця повинні регулярно очищатися від снігу, криги, бруду і сміття.

Для тих, хто працює на будівництві, мають бути передбачені санітарно-побутові приміщення і пристрої: гардеробні, вбиральні, приміщення для сушіння одягу, для приймання їжі, для обігрівання робітників у холодну пору року.

Будмайданчик має бути забезпечений медичною аптечкою і набором засобів для надання першої допомоги постраждалим.

Ті, хто працює на будмайданчику, мають бути забезпечені питною водою. Питні джерела води повинні розташовуватися на відстані не більше 75 м від робочих місць.

Ті, хто працює на будмайданчику, мають бути забезпечені захисними касками і спецодягом, проінструктовані та навчені безпечних методів ведення робіт.

4.3 Забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику

Протипожежне обладнання (вогнегасники в тимчасових будівлях і спорудах; відкритий щит (стенд) протипожежний з комплектом інвентарю: ломом, багром, лопатою, двома конусними відрами, ящик з піском) повинно міститися в справному, працездатному стані. Проходи до протипожежного обладнання мають бути завжди вільні та позначені відповідними написами.

Усі працівники, зайняті на будівельно-монтажних роботах, повинні пройти протипожежний інструктаж і здати залік з пожежно-технічного мінімуму, знати і виконувати інструкції з пожежної безпеки на робочому місці, вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

На будівельно-монтажній ділянці має бути інструкція "Про заходи пожежної безпеки", план ліквідації можливих аварій, розроблені з урахуванням конкретних умов проведення робіт.

На території побутового містечка наказом має бути встановлений протипожежний режим, у тому числі:

- визначено та обладнано місця для куріння;
- встановлено порядок прибирання горючих ВІДХОДІВ, зберігання про-масляного спецодягу;
- визначено порядок ЗНЕСТРУМЛЕННЯ електрообладнання в разі пожежі та після закінчення робочого дня;
- порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи;
- дії співробітників при виявленні пожежі.

У місцях, що містять горючі або легкозаймисті матеріали, паління повинно бути заборонене, а користування відкритим вогнем допускається тільки в радіусі понад 50м.

4.4 Забезпечення безпеки праці під час експлуатації електрообладнання, електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних роботах

Влаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), Правил техніки безпеки під час експлуатації електроустановок споживачів, правил експлуатації електроустановок споживачів.

Монтажні роботи повинні виконуватися спеціалізованою організацією під час будівельної готовності, у суворій відповідності з діючими нормами і правилами на монтаж, випробування і здавання в експлуатацію електроустановок. Монтажно-налагоджувальні роботи розпочинати після виконання заходів з техніки та акта вхідного контролю.

Розводка тимчасових електромереж, що використовуються при електропостачанні будівництва, має бути виконана ізольованими проводами або кабелями на опорах на висоті над рівнем землі не менше 3.5 м над проходами; 6.0 м - над проїздами; 2.5 м - над робочими місцями.

Для проведення електрозварювальних і газополум'яних робіт допускаються особи (зварювальники, газорізальники), які пройшли спеціальну підготовку та мають кваліфікаційні посвідчення і талони з техніки пожежної безпеки. Електрозварювальні та газополум'яні роботи повинні виконуватися тільки за наряд-допуском.

На місці проведення електрозварювальних і газозварювальних робіт повинні бути такі первинні засоби пожежогасіння: кошма повстяна або азбестове полотно розміром 2х2 м; вогнегасники порошкові або вуглекислотні; - лопати, сокири, ломы, відра.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено комплекс проєктних рішень для багаторівневої автостоянки з експлуатованою покрівлею у м. Харків. Запропоновані рішення орієнтовані на ефективне використання земельної ділянки в умовах ущільненої міської забудови, збільшення місткості паркувального простору, раціональну організацію руху транспортних засобів, а також забезпечення надійності та довговічності основних будівельних конструкцій.

В архітектурно-будівельному розділі наведено характеристику району і майданчика будівництва, розглянуто природно-кліматичні умови м. Харків, а також снігові, вітрові й температурні впливи, які враховуються під час проєктування будівлі. Розташування ділянки в межах щільної міської забудови підтверджує доцільність спорудження саме багаторівневої автостоянки як компактного та функціонального об'єкта транспортної інфраструктури.

Функціональна організація автостоянки передбачає поєднання постійного і тимчасового зберігання автомобілів. На перших двох поверхах передбачено боксове зберігання, де машиномісця відокремлені металевими огорожами. Верхні поверхи та експлуатована покрівля призначені для тимчасового розміщення автомобілів. Загальна місткість автостоянки становить 435 машиномісць.

Об'ємно-планувальне рішення будівлі відповідає її основному транспортному призначенню. Автостоянка має прямокутну конфігурацію в плані з півколами по боках, складається з чотирьох основних поверхів та експлуатованої покрівлі. Будівлю розділено деформаційним швом на два самостійні блоки, що є обґрунтованим рішенням для споруди значних габаритів. Рух автомобілів організовано за односторонньою схемою, а зв'язок між рівнями забезпечується двома криволінійними одноколійними рампами.

Конструктивна схема основного блоку автостоянки прийнята у вигляді монолітного залізобетонного каркаса з монолітними плитами перекриття та покриття. Для рампових блоків також передбачено монолітний залізобетонний

каркас із внутрішнім ядром жорсткості. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідну просторову жорсткість будівлі, надійне сприйняття навантажень від автомобілів, власної ваги конструкцій, снігових навантажень та сейсмічних впливів.

Покриття автостоянки запроєктовано як експлуатовану інверсійну покрівлю з асфальтобетонним верхнім шаром. Використання покрівлі як додаткового паркувального рівня дозволяє збільшити кількість машиномісць без розширення площі забудови. Крім того, у проєктних рішеннях передбачено можливість перспективного збільшення місткості автостоянки шляхом надбудови додаткових поверхів.

Інженерне забезпечення будівлі включає системи водопостачання, каналізації, опалення адміністративно-побутових приміщень, вентиляції, електропостачання, слабкострумових мереж, пожежної та охоронної сигналізації. Основна частина автостоянки запроєктована неопалюваною, а вентиляція забезпечується через природні світлові отвори, що відповідає умовам експлуатації відкритого паркувального простору.

У розрахунково-конструктивній частині виконано просторовий розрахунок будівлі в програмному комплексі LIRA. Розрахункова модель враховує власну вагу конструкцій, навантаження від підлог і покрівлі, зовнішніх стін, автомобілів, снігового навантаження та сейсмічних впливів у двох напрямках. За результатами розрахунку проаналізовано переміщення, напруження в плитах, зусилля в елементах каркаса, форми власних коливань і параметри армування.

У роботі виконано розрахунок стовпчастого фундаменту на природній ґрунтовій основі. Під час розрахунку враховано навантаження від будівлі, характеристики ґрунтів основи, сейсмічні впливи, розміри підосви та конструктивні параметри фундаменту. За результатами розрахунку прийнято монолітний стовпчастий фундамент із бетону класу В15 та робочою арматурою підосви в обох напрямках.

У розділі основ і фундаментів розглянуто питання ущільнення ґрунтів у порожнинах фундаментів під колони, улаштування фундаментів та оцінювання

інженерно-геологічних умов будівельного майданчика. Запропоновані рішення забезпечують надійну передачу навантажень від монолітного каркаса на ґрунтову основу та відповідають умовам експлуатації багаторівневої автостоянки.

У розділі безпеки життєдіяльності та охорони праці опрацьовано вимоги до облаштування будівельного майданчика, організації робочих місць, забезпечення пожежної безпеки, експлуатації електрообладнання, а також виконання електрозварювальних, газозварювальних і газополум'яних робіт.

У кваліфікаційній роботі виконано основні завдання проєктування: охарактеризовано район і майданчик будівництва, розроблено рішення генерального плану, обґрунтовано функціональну та об'ємно-планувальну структуру автостоянки, прийнято конструктивні рішення основного блоку й рамп, виконано просторовий розрахунок у ПК LIRA, запроєктовано стовпчастий фундамент та опрацьовано заходи з охорони праці. Прийняті рішення є технічно обґрунтованими, узгодженими між собою та відповідають функціональному призначенню багаторівневої автостоянки з експлуатованою покрівлею.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ясній В.П., Конончук О.П., Мещерякова О.М., Коваль І.В., Сорочак А.П. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”. Вид. ТНТУ, Тернопіль, 2025. – 59 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006 (зі змінами №1, чинними з 01.06.2020). – 68 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (чинний з 01.11.2011)
4. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції.
6. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Конструкції сталезалізобетонні. Загальні технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 83 с.
7. ДБН В.1.1-12:2006 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 96 с
8. Kovalchuk, Y., Shynhera, N., Shved, Y., & Voronchak, V. (2020). Fatigue damage of the heel joint of welded roof truss. *Вісник тернопільського національного технічного університету*, 99(3), 28-33.
9. Швед, Я. Л., & Міщук, О. І. (2020). Комп’ютерне моделювання поведінки зварних ферм при дії циклічних навантажень. *Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “*, 1, 34-34.
10. ДСТУ Б В.2.6-9:2008 Конструкції будинків і споруд. Профілі сталеві холодногнуті. Технічні умови. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 32 с.
11. Ковальчук, Я. О., Шингера, Н. Я., & Швед, Я. Л. (2023). Дослідження деформаційної поведінки зварної будівельної ферми при температурному впливі. *Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції „При-*

родничі та гуманітарні науки. Актуальні питання “, 261-262.

12. Shved, Y., Kovalchuk, Y., Bodrova, L., Kramar, H., & Shynhera, N. (2024). Modeling the influence of complex factors on the plastic damage of a welded truss. *Procedia Structural Integrity*, 59, 664-671.

13. Shved, Y., Kovalchuk, Y., & Shynhera, N. (2022). Welded truss deformation under thermal influence. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 105(1), 13-18.

14. Закон України "Про пожежну безпеку". – Київ: Верховна Рада України, 1993.

15. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

16. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.

17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 96 с.

18. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіон, 2021.

19. ДСТУ Б В.2.2-29:2011 Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри.

20. ДСТУ Б В.2.7-233:2010 Будівельні матеріали. Склопакети клеєні. Технічні умови. – К.: Мінрегіон України, 2010. – 38 с.

21. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2021 (чинний з 01.09.2022). – 23 с.

22. ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні характеристики вікон, дверей та віконниць. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальна методика. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 37 с.

23. ДСТУ Б EN 15251:2011 Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель з урахуванням якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT). – К.: Мінрегіон України, 2011. – 72 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016. Покриття підлог. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016.
25. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ: ДП «ДНДІБК», 2018. — Чинний з 01.01.2019.
26. ДСТУ 9208:2022 Бетони важкі. Технічні умови.
27. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні забивні. Конструкція і розміри. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
28. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. — 64 с.
29. Hud, M., Chornomaz, N., Ihnatieva, V., & Koval, I. (2022). Analysis of the effect of horizontal ties on the deformability of the bottom of the floating pool. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 106(2), 133-137.
30. Hud, M., Koval, I., & Frankiv, M. (2024). Переваги та недоліки легких сталевих тонкостінних конструкцій. *SWorldJournal*, (25-02), 15-22.
31. Гудь, М. І. (2022). Підбір раціональної схеми розміщення в'язей у днищі плаваючого басейну. *Праці конференції Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої 70-річчю від дня народження член-кореспондента НАН України, проф. Яснія Петра Володимировича „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“*, 93-94.
32. ДБН А.3.2-2:2009. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. — Київ: Мінрегіон України, 2009. — 38 с.
33. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. — 50 с.
34. Kovalchuk, Y., Shynhera, N., Shved, Y., & Voronchak, V. (2020). Fatigue damage of the heel joint of welded roof truss. *Вісник тернопільського національного технічного університету*, 99(3), 28-33.
35. Shved, Y. (2023). Strength and deformation analysis of a welded truss under load in fire and emergency temperature conditions. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*, 112(4), 73-81.